

Development of high-Z doped plastic scintillators for SPECT imaging and radiometabolic dosimetry

Tuesday 18 March 2025 12:23 (5 minutes)

Plastic scintillators primarily consist of a fluorophore—which absorbs and converts the kinetic energy of particles into lower-energy light—dissolved in a polymer matrix, with the frequent addition of a wavelength shifter. Despite the numerous advantages offered by plastic scintillators, including fast scintillation signal, low cost and ease of manipulation and shaping, they are characterized by a low atomic number Z , which negatively affects their ability to detect the photopeak of gamma rays. Attempts at solving this issue have been made by loading the plastic scintillators with high- Z impurities to increase their effective Z . However, the fabrication of samples exhibiting high transparency, homogeneous dopant distribution and light output comparable to that of inorganic crystals is challenging. Not even the leading companies specializing in the fabrication of organic scintillators offer samples exceeding 5% dopant concentration, due to the associated degradation in optical clarity and scintillation efficiency. These limitations prevent applications in nuclear medical imaging, where the ability to detect the gamma-ray photopeaks is crucial to guarantee the required diagnostic efficiency.

Our research line aims at developing loaded plastic scintillators to realize medical imaging detectors that are expected to offer improved time performances at a lower cost, thus broadening the availability of these crucial tools in the fight against cancer. In particular, two projects are ongoing. The first one (reSPECT project) concerns the implementation of a new SPECT (Single-Photon Emission Computed Tomography) detector based on our high- Z doped scintillators polymerized inside the holes of a 3D-printed tungsten collimator, read by CMOS sensors arranged in tiles. The second one (TRONDHEIM project) aims at realizing a compact portable dosimeter for radiopharmaceutical dose customization in ^{177}Lu -PSMA-617 radio-metabolic therapy.

The first step we accomplished was the synthesis of a new series of organic molecules to serve as fluorophores in the plastic scintillators [Patent: Mattiello L.; Patera V.; Belardini A.; Rocco D.; Marafini M.; Organic Scintillator. Patent WO2023156957A1, 2023]. Through the comparison of light output and time properties of these novel materials [D.Rocco et al., "TOPS fast timing plastic scintillators: Time and light output performances" . NIM A 1052, 168277 (2023); doi: 10.1016/j.nima.2023.168277], we identified the most promising candidates, subsequently employed in the realization of scintillator prototypes enriched with Bismuth in concentrations up to 10%. The results are encouraging in terms of transparency, homogeneity and performances of the final samples.

Moreover we explored different manufacturing techniques, from the polymerization of the PVT-based loaded scintillators inside various molds (PE, PTFE, metal) to the use of 3D-printed resin as scintillator substrate.

Authors: BURATTINI, Alberto (Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria, Scuola di Specializzazione in Fisica Medica, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Roma, Italia); SARTI, Alessio (Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Istituto Nazionale Fisica Nucleare Sezione Roma I, Roma, Italia); DE GREGORIO, Angelica (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare Sezione Roma I, Roma, Italia); SCHIAVI, Angelo (Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Istituto Nazionale Fisica Nucleare Sezione Roma I, Roma, Italia); ROCCO, Daniele (Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Roma, Italia); MANUZZATO, Enrico (Fondazione Bruno Kessler - Sensors & Devices (FBK-SD), Institutional Research Information System (IRIS), Povo (TN), Italia); QUATTRINI, Flaminia (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare Sezione Roma I, Dipartimento di Fisica e Scuola di Specializzazione in Fisica Medica, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Roma, Italia); FRANCIOSINI, Gaia (Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Istituto Nazionale Fisica Nucleare Sezione Roma I, Roma, Italia); TRAINI, Giacomo (Istituto Nazionale Fisica Nucleare Sezione Roma I, Roma, Italia); DE VINCENTIS, Giuseppe (Dipartimento di Scienze Radiologiche Oncologiche e Anatomo-Patologiche, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Roma, Italia); GASPARINI, Leonardo (Fondazione Bruno Kessler - Sensors & Devices (FBK-SD), Institutional Research Information System (IRIS), Povo (TN), Italia); MATTIELLO, Leonardo (Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Roma, Italia); GARBINI, Marco (Istituto

Nazionale Fisica Nucleare Sezione Bologna, Museo Storico della Fisica e Centro Ricerche Enrico Fermi (CREF), Roma, Italia); MAGI, Marco (Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Istituto Nazionale Fisica Nucleare Sezione Roma I, Roma, Italia); TOPPI, Marco (Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Istituto Nazionale Fisica Nucleare Sezione Roma I, Roma, Italia); DE FEO, Maria Silvia (Dipartimento di Scienze Radiologiche Oncologiche e Anatomo-Patologiche, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Roma, Italia); CARRUEZZO, Marina (Istituto Superiore di Sanità ISS, Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Roma, Italia); BONUSO, Mattia (Museo Storico della Fisica e Centro Ricerche Enrico Fermi (CREF), Roma, Italia); MARAFINI, Michela (Istituto Nazionale Fisica Nucleare Sezione Roma I, Museo Storico della Fisica e Centro Ricerche Enrico Fermi (CREF), Roma, Italia); KRAH, Nils (University of Lyon, Center for Research in Image Acquisition and Processing for Health, Lyon, France); PASSERONE, Roberto (Dipartimento di Ingegneria e Scienza dell'Informazione, Università di Trento, Povo (TN), Italia); PATERA, Vincenzo (Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Istituto Nazionale Fisica Nucleare Sezione Roma I, Roma, Italia); FRANTELLIZZI, Viviana (Dipartimento di Scienze Radiologiche Oncologiche e Anatomo-Patologiche, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Roma, Italia)

Presenter: QUATTRINI, Flaminia (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare Sezione Roma I, Dipartimento di Fisica e Scuola di Specializzazione in Fisica Medica, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Roma, Italia)

Session Classification: Calorimetry

Track Classification: Calorimetry